



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA**  
**CENTRO DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS E DAS SILAGENS DO SORGO**  
**FORRAGEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGÂNICA E**  
**MINERAL**

**NAGNALDO TAVARES DE LUCENA**

**ZOOTECNISTA**

**Areia-Paraíba**  
**Fevereiro-2015**

NAGNALDO TAVARES DE LUCENA

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS E DA SILAGEM DO SORGO  
FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) EM FUNÇÃO DE  
ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”. Área de Concentração Forragicultura.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Edson Mauro Santos  
Prof. Dr. (a). Juliana Silva de Oliveira  
Prof. Dr. Gleidson Giordano

**Areia-Paraíba  
Fevereiro/2015**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

*L935a Lucena, Nagnaldo Tavares de.*

*Avaliação de plantas e da silagem do sorgo forrageiro (Sorghum bicolor (L.) Moench) em função de adubações orgânica e mineral / Nagnaldo Tavares de Lucena. - Areia: UFPB/CCA, 2015.*

*xii, 35 f. : il.*

*Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias.  
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.*

*Bibliografia.*

*Orientador: Edson Mauro Santos.*

*1. Sorgo forrageiro 2. Forragem – Adubação orgânica  
3. Sorghum bicolor – Adubação mineral I. Santos, Edson Mauro  
(Orientador) II. Título.*

*UFPB/CCA*

*CDU: 633.174(043.3)*



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

**TÍTULO:** “Efeito das adubações orgânica e mineral sobre as características agronômicas e da silagem de sorgo forrageiro”.

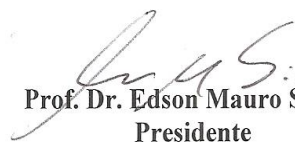
**AUTOR:** Nagnaldo Tavares de Lucena

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Edson Mauro Santos


### JULGAMENTO

**CONCEITO:** APROVADO

**EXAMINADORES:**

  
Prof. Dr. Edson Mauro Santos  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

  
Prof. Dr. Divan Soares da Silva  
Examinador  
Universidade Federal da Paraíba

  
Dr. Thiago Carvalho da Silva  
Examinador  
Bolsista Pós-Doutorado/CNPq/UFV

Areia, 27 de fevereiro de 2015

A minha querida e amada esposa Aurelina Aires Caluete Neta Lucena (Lela) e aos meus filhos Murilo Caluete Lucena e André de Jesus Caluete Lucena que não mediram esforços para que eu pudesse chegar nesse momento tão especial na minha vida, por seu amor, compreensão, estímulo, apoio e dedicação inconfundível em todos os momentos na realização deste sonho.

Aos meus pais o Senhor (a) Francisco de Assis Aires de Lucena e Maria Helena Tavares de Lucena, pelos ensinamentos transmitidos ao longo de sua vida, pelo amor, carinho e confiança de ontem, hoje e sempre, que me deram força e coragem para realização desta conquista, por ter acreditado no seu filho e repassado sua herança maior a educação, respeito, perseverança e caráter.

Aos meus adorados irmãos, Naldimar Tavares de Lucena e Naldilene Tavares de Lucena, pelo amor, carinho, estímulo, confiança e compreensão na realização desta conquista mesmo com minha ausência em suas vidas.

A minha avó Lia Queiroz (In Memoriam) pelo esforço, dedicação, confiança, presença em minha vida, onde sempre terá todo meu amor e carinho.

Ao meu sogro Julito Aires Caluete (In Memoriam) e minha sogra Maria das Dores Aires Caluete pelo respeito, confiança e amizade que sempre estiveram presentes em minha trajetória de formação acadêmica.

A Inez Aires Leite, minha comadre e amiga a quem tenho todo o meu respeito e agradecimento pelos dias de dedicação aos meus filhos trazendo segurança, conforto e confiança enquanto estive ausente.

Ao meu **Senhor Jesus**, por sempre ter me iluminado e me guiado nos caminhos certos de todos os dias de minha vida, com força e coragem para superar as dificuldades do meu projeto de vida. A sua mãe **Nossa Senhora**, pelo respeito e força. A meu padroeiro **São Jose**, a quem tanto acredito e que tem me ajudado em minha caminhada.

**Dedico....**

## **Agradecimentos**

Agradeço primordialmente a meu Deus por ter me permitido a atual existência neste mundo e ao Nosso Mestre Jesus, por terem me fornecido força e coragem para superar todas as dificuldades e alegrias de minha vida.

A minha esposa e companheira Lela Caluete pelo apoio e compreensão, meus filhos Murilo Caluete Lucena e André de Jesus Caluete Lucena. A meus pais, Francisco de Assis Aires de Lucena e Maria Helena Tavares de Lucena. Aos irmãos Naldilene Tavares de Lucena e Naldimar Tavares de Lucena, a minha sogra Maria das Dores Aires Caluete por todo apoio fornecido.

Aos amigos e companheiros de Parari Geovane Justino e Jose do Egito (Zezito), que sempre me ajudaram em meu trabalho ao qual tem todo meu respeito e confiança que poderá sempre contar com minha ajuda e amizade nos momentos necessários de sua vida.

Ao professor Edson Mauro Santos, pela amizade criada e cultivada com respeito, dedicação, paciência, sinceridade, lealdade pela orientação pessoal e profissional concedida durante o curso na pesquisa a quem eu devo toda minha gratidão pelos dias de ensinamento concebido.

À professora Juliana Oliveira da Silva, pela amizade, respeito, sinceridade e pela co-orientação e ajuda à realização deste trabalho.

Ao Doutor Thiago Carvalho da Silva, pela mais nova amizade, respeito, sinceridade e pela ajuda em nosso trabalho na participação da banca que foi fundamental a sua colaboração.

Ao professor Gleidson Giordano pela co-orientação prestada à realização deste trabalho.

Aos professores Divan Soares da Silva pela boa vontade e colaboração.

Aos meus amigos de República, Messias, Thiago Pinto, Jose Fabio, Adriano Leite, Ismael pela amizade e companheirismo.

A Dona Socorro pela boa vontade, dedicação e colaboração na nossa Republica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de realização do Mestrado em Zootecnia.

À Coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Severino Gonzaga Neto pela colaboração e apoio como Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

A Senhora Graça, pela colaboração e apoio como Secretária no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelos ensinamentos.

Ao Professor Fernando Guilherme pela área e apoio cedido para a realização deste trabalho com a implementação do experimento do Mestrado, o qual tem todo meu respeito e agradecimento.

À todos os integrantes do GEF (Grupo de Estudos em Forragicultura) pela amizade e ajuda na realização deste trabalho: Perazzo, Ricardo, Ana Paula Gomes, Ana Paula Maia, Gildenia, Robervanea, Danilo Marte, Yasmin, Vinicius, Alberto, Elder, Higor, Messias, Thiago Pinto, Rosangela, Hiorana e João Paulo.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos, da Biblioteca e da Coordenação pela contribuição em minha vida acadêmica.

Aos amigos e colegas de CCA de Areia nesta jornada inesquecível do Centro: Arcêncio Pereira, Gilson Granjeiro, Elder Cunha, Danilo Marte, Messias Nogueira, Thomaz Guimarães, Alexandre Lemos, Flavio Gomes, Ricardo, Juraci, Candice, Clariana, Cristina, Ana Jaqueline, Luzia, Guga, Gabriel, Ana Barros, Rosangela enfim a todos aqueles que junto comigo tiveram a felicidade de participarem desta incrível jornada.

Aos amigos do Cariri que sempre me incentivaram e todos que não foram citados.

Agradeço a todas as pessoas que colocaram obstáculos no meu caminho, pois cada obstáculo mim estimulava cada vez mais a lutar e vencer um a um e agora essas pessoas aplaude a minha vitória.

Muito Obrigado por tudo.

## **Bibliografia**

**Nagnaldo Tavares de Lucena**, filho de Francisco de Assis Aires de Lucena e Maria Helena Tavares de Lucena, nasceu em 23 de Setembro de 1975, na cidade de Campina Grande-PB.

No ano de 1995, concluiu o ensino médio, no Colégio Estadual Senador Jose Gaudêncio em Serra Branca-PB.

Em 2003 a 2005, concluiu o curso em extensão rural em desenvolvimento rural sustentável pela Universidade Camponesa-Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Em 2004 a 2012, atuou a frente da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de Parari-PB.

Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, em Junho de 2007 e concluiu em Dezembro de 2011.

Além de vários cursos e estágios relacionados à área de atuação, tem trabalhos técnico-científicos publicados nas áreas de Forragicultura e produção animal. E projetos de pesquisa.

Em Março de 2013 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, na área de Forragicultura.



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1.</b> Precipitação pluvial em função dos dias de experimento.....	14

## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1</b> - Variáveis climáticas mensais durante o período experimental.....	14
<b>Tabela 2</b> - Composição química do solo da área experimental.....	15
<b>Tabela 3</b> - Caracterização química da cama de frango e do esterco bovino	15
<b>Tabela 4</b> - Composição química da planta de sorgo forrageiro.....	17
<b>Tabela 5</b> - Avaliação morfométricas da planta de sorgo forrageiro.....	20
<b>Tabela 6</b> - Avaliação do crescimento da planta de sorgo forrageiro.....	21
<b>Tabela 7</b> - Produção de matéria natural e seca do sorgo forrageiro.....	25
<b>Tabela 8</b> - % Composição bromatológica da silagem de sorgo forrageiro.....	26
<b>Tabela 9</b> - Perdas por gases e perdas por efluentes da silagem de sorgo forrageiro	28

## **AVALIAÇÃO DE PLANTAS E DAS SILAGENS DO SORGO FORRAGEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGANICA E MINERAL**

### **Resumo Geral**

O objetivo da pesquisa foi avaliar o crescimento, a produtividade e a silagem do sorgo forrageiro BRS Ponta Negra em função das adubações orgânica e mineral. A pesquisa foi conduzida na Fazenda Mata Limpa, no Município de Areia-PB. O período experimental foi de 166 dias após, o plantio em 06 de Junho de 2013. Para avaliação das características morfométricas, morfológicas e morfogênese, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 3x4, sendo três fontes de adubação (duas orgânicas e um mineral), com quatro repetições: sem adubação, ureia (50, 100 e 150 kg de Ureia/ha), cama de frango (5, 10 e 15 Mg/ha) e esterco bovino (5, 10 e 15 Mg/ha). Para as avaliações das características da silagem, o delineamento foi inteiramente casualizado, com os tratamentos descritos anteriormente, e três repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão para avaliar o efeito dos níveis de adubos orgânico e mineral. As características avaliadas foram: altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de plantas por hectare (NP), número de folhas (NF), comprimento médio de folhas (CMF), número de plantas acamadas (NplaAca), produtividade de matéria natural (PMN) e matéria seca (PMS) Kg/ha, e taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento do colmo (TAIC). Não houve efeito ( $P>0,05$ ) das fontes de adubos para as variáveis morfométricas, Npla e NplaAca. O efeito da fonte de nitrogênio para AP e DC foi mais pronunciado com a cama de frango, com valores de 233,5 e 297,2 cm para o nível 0 e 15 Mg.ha<sup>-1</sup>. Respectivamente para TAIC, não houve efeito. A PMN apresentou resposta linear crescente com efeito ( $P<0,05$ ) nas adubações orgânicas, com variações de 39.089,4 Kg/ha a 55.831,7 Kg/ha. A PMS foi maior na adubação com cama de frango variando de 9.098,5 a 13.700,2 Kg/ha. Para os teores de MS houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) nas adubações tendo ajuste linear crescente para a adubação com esterco bovino variando de 21,55 a 23,08 % nas aplicações de 0 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup>. Houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) nas adubações para os teores de carboidratos. A adubação orgânica, principalmente com cama de frango, resulta em maior produtividade quando comparada à adubação mineral, sem interferir no processo fermentativo e composição bromatológica das silagens de sorgo forrageiro, nas condições em que foi conduzida a presente pesquisa.

**Palavras-chave:** altura de planta, forragem, matéria seca, panícula

x

## **AGRONOMIC EVALUATION AND sorghum silage FORAGE IN FERTILIZER FUNCTION ORGANIC OR MINERAL**

## Abstract

The objective of the research was to evaluate the growth, productivity and silage sorghum forage BRS Ponta Negra according to organic or mineral fertilizers. The research was conducted in Fanzenda Mata Limpa, Areia-PB. The 166 days trial period after planting on 06 of Junho, 2013. To evaluate the characteristics morfométricas, morphological and morphogenesis, the desing experimental blocks were randomized, on scheme factorial 3x4, three fertilization sources (two organic and mineral), with four replicates: unfertilized, urea ( 50,100,150 kg N/ha), chicken litter (5,10 and 15 Mg/ha) and cattle manure (5,10 and 15 Mg/ha). For evaluations of silage characteristics, the design was completely randomized, with the above-described treatments and three replicates per treatment. Data were subjected to analysis of variance and regression to evaluate the effect of levels of organic and mineral fertilizers. The characteristics evaluated were: plant height (AP), stem diameter (DC), number of plants per hectare (NP), number of leaves (NF), average leaf length (CMF), number of lodged plants (NplaAca), production of green matter (PMV) and dry matter production (PMS), and leaf appearance rate (TApF), rate leaf elongation (TAIF) and stem elongation rate (TAIC). According to the results, there was no effect ( $P > 0.05$ ) the sources of fertilizer for variables morfométricas, NplaAca and NPLA. The effect of nitrogen source for AP and DC was more pronounced with poultry litter, with values of 233.5 and 297.2 cm for the level 0 and 15 Mg ha<sup>-1</sup>. For TAIC, there was no effect ( $P > 0.05$ ). The PMV showed response linear increase in effect ( $P < 0.05$ ) in fertilization organic with variations of 39.089,4 t.ha<sup>-1</sup> to 55.831,7 t.ha<sup>-1</sup>. The PMS got higher production from fertilization poultry litter ranging 9.098,5 to 13.700,2 Mg.ha<sup>-1</sup>. For the levels of MS was no effect significant ( $P < 0.05$ ) in fertilization with increasing linear fit for fertilization with manure ranging from 21,55 to 23,08% in applications from 0 to 15 Mg.ha<sup>-1</sup>. Was no effect significant ( $P < 0.05$ ) in fertilization for carbohydrates. The organic fertilization, especially with poultry litter, results in higher productivity when compared to mineral fertilizer, without interfering in the fermentation process and chemical composition of forage sorghum, the conditions in which it was conducted at research presents.

**Key words:** plant height, forage, dry matter, panicle

xi

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas.....	ix
Resumo Geral.....	x
Abstract.....	xi
1. Introdução.....	1
2. Referências Bibliográficas.....	3
3. Revisão de literatura .....	4
3.1 Características do sorgo forrageiro.....	4
3.2 Adubações.....	6
3.2.1 Adubação com esterco bovino.....	6
3.2.2 Adubação com cama de frango.....	8
3.2.3 Adubação com ureia.....	10
3.3 Ensilagem de sorgo forrageiro.....	11
4. Materiais e Metodos.....	13
5. Resultados e Discursão.....	18
6. Conclusão.....	29
7. Referencias Bibliograficas.....	30

## 1. Introdução

A planta de sorgo vem sendo estudada em várias regiões do Brasil, com direcionamento ao seu potencial de produção de matéria natural e matéria seca, como também seu fornecimento com fontes nutricionais. Diante de uma taxa fotossintética elevada que a planta apresenta devido suas características morfogênicas, podendo ser cultivada em todo o território nacional, se torna de grande utilidade em regiões de climas quentes e secos, demonstrando ser uma espécie propícia para elevar e assegurar a produção animal. Pela velocidade, maturação e crescimento sua utilização a torna uma espécie versátil, pois é comum em grande parte do seu país de origem a África seu uso na alimentação tanto humana como animal.

Além disso é uma importante matéria prima para o mercado do agronegócio na produção de bebidas, colas, tintas e álcool como fonte de renda em algumas regiões. A panícula é um constituinte que eleva os níveis de matéria seca como também é utilizada na produção de vassouras, e os colmos na produção de açúcar que tem importante papel na nutrição dos ruminantes, ou mesmo na formulação de rações.

Trata-se de uma cultura que pelas características de resistência ao déficit hídrico ou mesmo a quantidade elevada de chuvas e em temperaturas baixas, se adapta as alterações climáticas sem prejuízos no crescimento do colmo, perfilhos e folhas. Segundo Santos et al. (2013) a planta de sorgo forrageiro tem características xerófilas, com adaptações de acordo com a região a qual é cultivada, apresentando resistência a baixa fertilidade do solo, períodos secos, salinidade e encharcamento dos solos. Segundo Miguel Neto et al. (2002) a planta de sorgo tem uma considerável tolerância as variações nas condições de fertilidade do solo, no entanto, a capacidade de absorção e o desenvolvimento da planta podem ser afetados, sendo observados na qualidade bromatológica da forragem.

Os solos apresentam diferentes disposição de seus elementos para as plantas, com grande dependência dos teores de macro e microminerárias, das condições que se encontra a acidez e as propriedades físicas e químicas e matéria orgânica. Neste sentido se faz necessário um manejo adequado que favoreça uma boa absorção de nutrientes pelo sistema radicular promovendo benefícios de crescimento e desenvolvimento da planta.

Para isso a adubação orgânica ou mineral se torna uma importante tecnologia para suprir a demanda de nutrientes tanto do solo como da planta. Elevando a população microbiana do solo favorecendo uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas como

também sua reciclagem no solo (PAULUS et al., 2000). Com isto tem o propósito em aumentar a produtividade por área e manter a fertilidade do solo sendo verificado nas condições que a planta se apresenta no decorrer de seu desenvolvimento.

O uso de adubo orgânico vem crescendo, muitas vezes devido a disponibilidade do material nas propriedades como o esterco bovino e a cama de frango. Estando na forma orgânica passa por processos químicos até a forma inorgânica, tendo o período de carência até que a planta absorva os nutrientes. A presença de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos adubos orgânicos tem função importante na fertilização do solo e ativação da microvida do solo elevando a matéria orgânica (PAULUS et al., 2000). Se torna de fundamental importância a utilização do adubo orgânico associado as condições climáticas durante o período, ou seja, épocas com regularidade nas chuvas favorece uma melhor incorporação deste material.

A utilização de adubo mineral como ureia nas culturas forrageiras é constante principalmente em grandes plantios, devido a disponibilidade do nutriente na forma inorgânica e de fácil aplicação. Podendo ser aplicado via foliar como também direto no solo sendo absorvido rapidamente pela planta (FARIAS et al., 2011). Mesmo assim a utilização de adubos deve ser avaliada de acordo com sua quantidade aplicada visando os princípios de preservação ambiental. A elevada perda dos nutrientes caso não seja utilizado métodos de aplicação como divisão das quantidades aplicadas para facilitar sua absorção pelas raízes, aplicar em épocas de chuvas ou mesmo através de irrigação como também sua incorporação junto ao solo, favorece seu aproveitamento pela planta.

Se torna necessário a avaliação nas condições de desempenho de determinadas espécies da cultura do sorgo forrageiro, em regiões produtoras e com elevados índices pluviométricos associados as características dos solos, que possa disponibilizar a aplicação de tecnologias como a confecção de silagens sem perdas na composição química, diante do material disponível como fonte de adubações, necessárias e importante para elevar o potencial produtivo pelo produtor rural.

Objetivou-se efetuar uma avaliação de plantas e da ensilagem do sorgo forrageiro cultivar BRS Ponta Negra em função as adubações orgânica e mineral. Diante desta espécie ser de potencial elevado na produção de matéria natural, com o crescimento dos seus constituintes, se adequado as características edafoclimáticas de acordo com a região.

## 2. Referências Bibliográficas

FARIAS, A.A; OLIVEIRA F.S., COSTA, Z.V.B. et al. Produtividade do sorgo granífero adubado com esterco e biofertilizantes bovino. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.8, n.3, p 127-137, jul./set.2011.

MIGUEL NETO, M.M.G; ODEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*(L.) Moench) Cultivados sob Níveis Crescentes de Adubação. Rendimento, Proteína Bruta e Digestibilidade *in Vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. Agroecologia aplicada: Práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica. Porto Alegre: **EMATER/RS**, 2000, 86p.

SANTOS, J.F.; GRANJEIRO, J.I.T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.7, n.2, p.49-55, jun.2013.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Características do Sorgo Forrageiro

O sorgo é uma planta de clima tropical, pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum* e a espécie é *Sorghum bicolor* (L.) Moench, obtidos a partir do melhoramento genético entre o Capim Sudão (*Sorghum sudanensis*) e o genótipo de sorgo (*Sorghum bicolor*), com caules variando entre dois a três metros de altura, folhas grandes e ásperas, inflorescência na panícula em forma de cacho pendente (MOLINA et al., 2000).

Em relação as características vegetativas, a cultura do sorgo é uma planta herbácea, da família das gramíneas, com folhas lineares, compridas e largas com muita abundancia, colmos elevados e panícula terminal. O perfilhamento é intenso mesmo com a rebrota é grande quantidade de grãos, isto devido ao sistema radicular profundo que ajuda na captação de nutrientes no solo favorecendo o desenvolvimento (MAGALHÃES et al., 2003). Esta espécie tem grande capacidade de produção de açúcar em seus colmos (COELHO et al., 2012), além da vantagem de menor custo de produção, sendo muito utilizada em dietas através de formulação de rações.

O sorgo é classificado de acordo com seu propósito, como sacarino, granífero, forrageiro e vassoura. Todos apresentam potencial econômico devido sua utilização tanto para a alimentação como para a produção de sementes, estando entre os cinco cereais mais cultivados no mundo. No Brasil sua utilização vem crescendo com potencial energético, importante na alimentação dos animais, na forma de silagem (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Apresenta características de plantas C<sub>4</sub> resistente a temperaturas acima de 21°C cultivadas em áreas com altitude até 1.800m em condições pluviométrica elevada e com resistência a déficit hídrico, mesmo assim obtém um bom crescimento e desenvolvimento. De acordo com Rodrigues Filho et al., (2006), a planta de sorgo necessita de temperaturas adequada para o alongamento dos seus constituintes. No entanto, de acordo com Simili (2007) períodos com baixa quantidade de chuva a produção de matéria seca é reduzida. Com a seleção de plantas de sorgo a parti do processo genético, tem sido desenvolvido espécies adaptadas em áreas de zona tropical, com precipitações entre 375 a 635mm de chuvas anuais de forma a não comprometer a produção de biomassa (WILIAN BUSO et al., 2011).

De acordo com Magalhães (2000), a planta de sorgo forrageiro tem exigências em dias mais curtos com resistência a maior insolação, por isso tem maiores taxas fotossintéticas ótima para o desenvolvimento das raízes, colmos, panículas e folhas elevando a produtividade da matéria natural - PMN e produtividade da matéria seca - PMS.

O sorgo forrageiro possibilita o cultivo a rebrota, com capacidade elevada na produção de massa verde após o primeiro corte. Consequentemente, seu potencial de crescimento está relacionado com a estrutura radicular e sua interação com os nutrientes do solo e adaptação aos aspectos edafoclimáticos. De acordo com Gomes et al., (2006), avaliando 11 genótipos de sorgo forrageiro, observaram no comprimento de altura da planta 1,52 a 4,11m durante o período experimental, diante destes valores o percentual de PMN e PMS foi elevado, comprovando a influência do sistema radicular.

Exigente em fertilidade dos solos devido uma elevada extração de nutrientes para o desempenho de suas atividades de crescimento, tornando-se mais elevada na rebrota. Neste sentido a utilização de adubações se acha necessária para suprir há demanda nutricional da planta e do solo.

Outra característica importante do sorgo é sua capacidade em acúmulo de água das chuvas, sua eficiência e habilidade em aproveitar os recursos hídricos disponíveis. Perazzo et al., (2013) avaliando vários genótipos de sorgo com incidência pluviométrica de 115mm observaram que o potencial xerofílico transformou através das atividades fotossintéticas a água absorvida em elevada PMN.

A variedade de sorgo forrageiro BRS Ponta Negra apresenta condições favoráveis de adaptação, com maior precocidade, alta produção e resistência sendo de vital importância este genótipo para a garantia e segurança de forragem de uma região devido sua alta produtividade de biomassa. Genótipos deste mesmo sorgo foram avaliados no semiárido paraibano obtendo uma produtividade de 52.140,25 kg ha<sup>-1</sup> de matéria natural, e matéria seca 12.073,55 kg ha<sup>-1</sup> (PERAZZO et al., 2013). Dentre os principais fatores pela produtividade do sorgo, se destaca sua adaptação as precipitações irregulares, a fertilidade do solo e as poucas aplicações de adubações tanto orgânica e mineral, mesmo assim comprova sua capacidade em elevada produtividade no semiárido.

Informações de adubação orgânica e mineral do sorgo forrageiro, são relevantes para elevar a produtividade, como também podem resultar em melhores condições na matéria orgânica e nas atividades microbiológicas do solo, favorecendo o fornecimento de nutrientes a planta pelo sistema radicular.

### **3.2 Adubações**

A adução é uma pratica de manejo que tem como efeito principal aumento na produtividade e na decomposição dos resíduos, é um dos fatores mais criteriosos que determina o estabelecimento da cultura do sorgo forrageiro, proporcionando alongamento na vida da planta. Toda adubação deve ser calculada em função da análise de solo, correlacionando aos nutrientes que a cultura extrai.

A adubação orgânica tem ação mais eficaz na elevação da porosidade, aeração, retenção de água e atividade microbiana, não tendo condições de ser um fornecedor de nutrientes. Isto ocorre devido o material orgânico ser formado em baixa quantidade por vegetais e dejetos de animais. A adubação mineral proporciona efeito mais rápido e de fácil manejo e aplicação, sendo necessário reduzir as perdas por lixiviação e volatilização.

As adubações são importantes para disponibilizar condições para que a planta possa crescer e desenvolver rapidamente sem que ocorra perdas. Freitas, et al., (2012) observou que o crescimento do sorgo proporcionou melhor resposta na aplicação com 60 t há<sup>-1</sup> com adubação orgânica. Para a aplicação com o adubo mineral há uma maior disponibilidade de nutrientes com um arranque de forma rápida no crescimento da planta. No entanto, a adubação orgânica tem uma forma lenta de resposta no crescimento do vegetal, devido a liberação lenta dos nutrientes.

#### **3.2.1 - Adubação com Esterco Bovino**

O esterco bovino ainda é uma opção de adubação orgânica muito utilizada em várias culturas. No entanto, vem perdendo espaço com o aparecimento de adubos minerais que tem maior eficiência. Mas com a pressão por alimentos mais saudáveis e pela redução de degradações ambientais com os resíduos aplicados nos solos a adubação mineral está sendo vista com uma maior preocupação por parte dos pesquisadores e produtores rurais.

A aplicação de esterco bovino melhora a fertilidade do solo fornecendo nutrientes a planta sendo de vital importância para o aumento das atividades microbiológicas alterando as funções físicas, químicas e biológicas reduzindo as perdas por lixiviação e erosão tanto de solo como de matéria orgânica (COSTA et al., 2012) citado por (POGGIANI et al., 2002; MALAVOLTA et al., 2002). Favorecendo o

crescimento das plantas através dos seus constituintes e uma melhor captação de nutrientes através das raízes alongadas.

O uso de esterco bovino como adubo orgânico tem função de condicionador do solo, e no melhor aproveitamento dos nutrientes na matéria orgânica. A um benefício social no uso de esterco, com a limpeza de áreas dos dejetos dos animais diante dos impactos ambientais.

Segundo Freitas, et al. (2012) a adubação orgânica quando bem maneja em plantio direto nas doses de 40 a 60 t/ha<sup>1</sup> demonstra ser eficiente no solo favorecendo o desenvolvimento das culturas, se tornando importante avaliar a produtividade em relação a influência com os níveis de adubação aplicados. Ribeiro, et al. (1999) para uma adubação satisfatória os níveis de aplicação variam de 20 a 40 t/ha<sup>-1</sup> dependendo da cultura e das condições que se encontra o esterco, no entanto para estes níveis deve fornecer 50% de N visando uma mineralização satisfatória.

A composição química do esterco bovino está relacionada aos macros e micronutrientes, podendo ser alterada de acordo com a alimentação fornecida aos animais e em determinadas regiões. A presença destes nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas como N (0,5%), K<sub>2</sub>O (0,6%) e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,3%) é de fundamental importância devido as exigências nutricionais da planta. A adubação orgânica diante de sua composição química eleva o potencial de alongamento da planta, suprimindo as necessidades da cultura favorecendo uma maior atividade e desempenho fotossintético (ALVIM et al., 2003).

Mesmo com vários benéficos o manejo do esterco bovino apresenta inconvenientes que muitas vezes reduz sua utilização, como cheiro desagradável devido aos restos de elementos tóxicos, animais mortos em decomposição, restos de materiais de medicamentos aplicados, dificuldade no transporte pela grande quantidade e a mão de obra desqualificada (ISHERWOOD, 2000). No entanto, sua utilização se torna importante e necessária para favorece a fertilidade do solo que é comprometida pelas fortes chuvas que lixiviam os nutrientes de acordo com a topografia da área, a temperatura é outro problema que reduz as condições de sustentabilidade dos macros e microminerarias pelas características do próprio solo, e a erosão sempre constante nestas regiões devido ao desmatamento.

Na sua forma natural o esterco bovino se apresenta como insumo, a baixo custo devido sua disponibilidade nas propriedades rurais, ainda tendo um menor impacto sobre o meio ambiente (SANTOS et al., 2013). Sendo um adubo acessível que pode

contribuir para promover elevadas produtividades das culturas de sorgo forrageiro em sistemas de produção.

Para isso se faz necessário analisar a quantidade aplicada do esterco, em relação a fertilidade do solo, as exigências nutricionais da planta e das condições climáticas da região. Devido a decomposição da matéria orgânica ocorrer de forma lenta até na sua forma de húmus (COSTA et al., 2012). Nestas condições tem função de mineralização com maior tempo de presença no solo.

Com os benefícios que o esterco bovino proporciona, para a sua aplicação é de vital importância analisar a sua composição química (FERNANDES et al., 2009). Que possibilite uso com uma maior expansão desta técnica em pastagens de elevada produção.

### **3.2.2 - Adubação com Cama de frango**

O Brasil é um grande produtor de carne de frango devido ao conjunto de atividades que tem desempenhado bons resultados, como o melhoramento genético, o manejo das aves e a alimentação. No entanto, a produção de cama de frango é elevada e pode se tornar um problema nos galpões. Neste caso sua utilização pode ser útil na função de adubo orgânico melhorando as propriedades físicas e químicas do solo. A cama de frango além de ter na sua composição química elevada concentração de nutrientes estão disponíveis a baixos custos de produção (COSTA et al., 2009).

A avicultura é uma atividade pecuária que produz uma grande quantidade de cama de frango, que sendo bem manejados pode agregar valor à outra atividade torna-se uma fonte de renda. Estando relacionado ao crescente desenvolvimento em grande escala da avicultura de corte devido a produção de resíduo ser bem maior do que sua degradação, a reutilização na forma de adubação orgânica reduz os impactos ambientais quando acumulados em locais impróprios, seu reaproveitamento se mostra como uma fonte de nutrientes adequando a exigência para a produção de determinadas culturas forrageiras.

A cama de frango é composta por uma associação de substratos de produção agrícola e pecuária, penas, rações concentradas, água e descamações epiteliais das aves, sua utilização como adubo orgânico eleva os níveis de carbono orgânico e nitrogênio no solo, proporcionando aos sistemas de produção uma melhor condição de fertilidade do solo para as culturas (LEITE et al., 2003). Os níveis elevados pode suprir a necessidade de nutrientes da planta forrageira.

Devido a problemas sanitários o fornecimento de cama de frango na alimentação de bovinos é proibido desde 2004 em todo o território nacional pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pela Instrução Normativa nº 8, de 25/03/2004, pelo fato de proporcionar problemas de saúde aos animais, podendo ser utilizado no plantio das pastagens obedecendo o intervalo de 40 dias após a adubação para a entrada dos animais. No entanto, quando não são corretamente manuseados, podem contaminar o ambiente, principalmente em aplicações próximo aos mananciais.

Segundo Bratti, (2013), A composição da cama de frango pode ser alterada de acordo com alguns fatores, a formulação da ração que foi fornecida aos frangos, o tipo do material colocado sobre o piso dos galpões, o tempo que as aves ficam nos galpões sobre o material, o tempo de estocagem do resíduo, a temperatura, dentre outros. É importante verificar estes critérios pois a matéria orgânica do resíduo ativa os processos microbianos, fornecendo condições a estrutura para aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água que auxilia nas atividades dos microorganismos.

A cama de frango está relacionada a um material contaminante, mesmo de grande utilidade (RESENDE, 2010). Tendo funções primordiais como adubo orgânico utilizado em várias culturas. Apresenta na sua constituição macronutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre sendo de vital importância para as plantas e a fertilidade do solo. Podendo ser alterada a composição de acordo com a região e com a alimentação fornecida durante todas as fases das aves (PIRES et al., 2009).

Segundo Novalowski, et al (2013) em pesquisa com cama de frango apresentou na sua composição 77,03% MS; 30,93% resíduo mineral; 2,25% de N; 4,68%  $P_2O_5$ ; 3,03%  $K_2O$ ; 12,42%  $CaO$ ; 0,89%  $MgO$ ; 0,23% S; 0,22% Zn; 0,07% Mn; 11,33 mg  $kg^{-1}$  de Fe; 95,68 mg  $kg^{-1}$  de Cu e 301,90 mg  $kg^{-1}$  de B, como fonte de adubação para a produção de milho orgânico. Sendo considerada fonte de nitrogênio, mais quando bem manejada pode fornecer este nutriente totalmente ou parcialmente equivalente ao adubo mineral, que vai depender da quantidade aplicada do adubo orgânico e a exigência da planta.

Segundo Malavolta (1997), geralmente os solos da região semiárida possuem baixos níveis de matéria orgânica, sendo necessário a aplicação de adubos. A incorporação de adubos orgânicos de origem animal ao solo altera as características tanto físicas como químicas, elevando sua estrutura a retenção de água, trocas catiônicas e melhorando a fertilidade do solo para plantio de culturas forrageiras.

O uso de cama de frango na adubação de pastagens ainda se encontra com poucas informações científicas. Diante da disponibilidade e visando o aproveitamento a avaliação do efeito em gramíneas como o sorgo forrageiro e plantios diretos como alternativa para desenvolver os sistemas agropecuários, se torna necessários.

Neste contexto, os efeitos da adubação com cama de frango sobre a produtividade do sorgo forrageiro são importantes, no entanto, a ausência de dados que correlacione seu potencial em relação a outras fontes de adubação.

### **3.2.3 Adubação com Ureia**

É o composto nitrogenado mais utilizado na adubação dos solos, onde mais de 90% da produção é dependente deste mineral, devido sua disponibilidade e de fácil solubilização elevando a produção de forragem. São várias as vantagens na sua utilização como custos relativos, facilidade na aquisição, transporte, estocagem e aplicação.

A ureia  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  apresenta na sua constituição 45% de nitrogênio (N) solúvel em água, fornecendo energia à população microbiana presente no solo, para suas atividades e exigências metabolismo. A absorção do nitrogênio pelas plantas ocorre na forma de íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou amônia ( $\text{NH}_4^+$ ). No entanto, no solo o nitrogênio é perdido através da volatilização, erosão e lixiviação a parti da absorção pelas plantas. Sua ausência pode acarretar no crescimento vagaroso, retardo no florescimento e perfilhamento, e um sistema radicular deficiente.

O processo de absorção de nitrato pelas raízes dos vegetais é controlado através de várias funções que envolve a utilização do nitrogênio pela planta e no solo, estando ligadas a fotossíntese (LAURENCE L. et al., 1999).

Os microrganismos utilizam a ureia como fonte de nitrogênio para suprir as necessidades das plantas, quando ocorre imobilização do nutriente pode causar deficiência e caso a relação C/N da matéria orgânica seja menor haverá elevado conteúdo de nitrogênio sendo disponível para a mineralização da planta.

A ausência de nitrogênio nas plantas apresenta deficiência que é vista como uma clorose ou cor amarela nas partes das folhas da planta. Isto ocorre devido à redução de clorofila no conteúdo celular. No entanto, seu excesso pode prejudicar o desenvolvimento do vegetal e seus constituintes folhas, colmos e raízes, proporcionando toxidez a planta ficando sem condições de suprir seu déficit hídrico. A planta reduz seu

desenvolvimento pela pouca formação de proteína e demais compostos nitrogenados que auxiliam no crescimento do vegetal.

De maneira geral, as maiores perdas da adubação com ureia são por lixiviação, volatilização e erosão sendo que boa parte é aproveitada pelas plantas, neste caso deve-se fazer a análise do solo para verificar os níveis presentes de nitrogênio, e aplicar as quantidades necessárias evitando a sua rápida solubilização. Há métodos para a redução das perdas como aplicação na presença de água por meio de irrigação ou chuvas favorecendo o escoamento do mineral até as raízes da planta, parcelamento das quantidades e verificar o espaçamento entre plantas.

O pH é um indicador para se observar as condições de solos ácidos que prejudicam o desempenho e aproveitamento de adubações com ureia. Ou seja, quando há presença de acidez a planta tem grande dificuldade em absorver os nutrientes na forma de íons as raízes formam uma espessura grossa em sua volta reduzem de tamanho prejudicando o percurso dos minerais e da água, conseqüentemente o crescimento foliar fica prejudicado pela ausência de uma fotossíntese efetiva. A aplicação da ureia com pH na faixa de 5,6 a 6,2% se torna favorável ao desenvolvimento das gramíneas, devido à ausência de acidez, promovendo a expansão dos constituintes das plantas. Considerando o elemento importante a ureia é um composto nitrogenado fundamental no componente estrutural dos processos bioquímicos, fotossintéticos e no desenvolvimento morfológico das plantas (Bellitürk, 2005).

Para o sucesso na aplicação da ureia a presença de umidade responde a adubação com maior eficiência. Em solos secos a absorção dos minerais é prejudicada pelo fato do transporte até as raízes ser comprometido. Por outro lado o excesso de água ocorre perdas por lixiviação. Neste caso deve-se observar o momento correto da aplicação evitando principalmente as perdas pelos elevados custos.

### **3.3 Ensilagem de sorgo forrageiro**

A utilização da planta de sorgo para a confecção de silagem está se tornando uma prática conhecida entre os pecuaristas, devido sua elevada produção de matéria natural e facilidade no plantio. Como também pelos altos teores de carboidratos solúveis essenciais para a realização do processo da fermentação láctica importante para uma adequada silagem. A cultura do sorgo contribui com mais de 10% da área cultivada no território Brasileiro, se destacando por apresentar elevada produção de matéria seca, mesmo em solos de baixa fertilidade com períodos longos de estiagem ocasionando



perdas produtivas (ROCHA JR. et al., 2000). Devido ao grande potencial de produção o sorgo se justifica pelas suas características de tolerância a seca e ao calor, com capacidade de exploração em um maior volume de solo (EMBRAPA, 2008).

A planta do sorgo forrageiro é adequada para o processo de ensilagem, sendo utilizada seu corte no momento que as sementes estão no estágio pastoso ou farináceo, reduzindo as perdas durante o processo fermentativo. O sorgo fornecer condições através dos seus constituintes folhas, colmos e panículas que favorece uma maior produção, mesmo com baixa umidade se torna de vital importância para o aumento nos níveis de matéria seca. Sendo mais utilizada no processo de ensilagem pela elevada produção de biomassa (FERNANDES et al., 2009). Com características como elevados teores de matéria seca, baixo pH e elevado conteúdo de carboidratos solúveis favorável a uma fermentação desejável.

O processo de ensilagem ocorre em etapas aparti do corte, transporte, picagem, compactação e vedação do silo com a matéria natural. Após o fechamento do silo os microorganismos sem a presença de oxigênio tem ação sobre os açúcares da planta com processo de fermentação para a produção de ácidos orgânicos, com o abaixamento do pH a valores entre 3,8 a 4,0% evita a proliferação de microorganismos deterioradores capazes de prejudicar a matéria ensilada. Ou seja, o abaixamento rápido do pH proporciona a redução da proteólise, elevado conteúdo de ácido láctico que indica uma boa qualidade de uma silagem (VAN SOEST et al., 1994).

A ensilagem é o processo de preservação da qualidade nutricional da planta forrageira através do armazenamento pelos processos de fermentação anaeróbica. De acordo com Neumann et al., (2010) as perdas de uma ensilagem pode alterar a composição bromatologica e consequentemente diminui o consumo de matéria seca. O ponto de corte e a qualidade da planta é um fator que pode influencia numa deterioração aeróbica, a temperatura no silo e os níveis de substratos. Para o sucesso na confecção de silagem de plantas forrageiras a fermentação e a compactação e o fechamento do silo são fundamentais para a expulsão rápida do oxigênio, proporcionando o abaixamento do pH.

No entanto, a entrada de ar é o suficiente para deteriorar boa parte da massa ensilada armazenada. O manejo incorreto na montagem de um silo muitas vezes tem ocasionado perdas, impactando nas propriedades da fermentação do material ensilado, na recuperação da matéria seca e na estabilidade aeróbia. A adubação e o período de colheita envolvendo a maturidade da planta, pode afetar a composição química de uma silagem é a relação da espécie aos níveis de nitrogênio (C.KING et al., 2013)

Há métodos que auxiliam na redução das perdas na ensilagem, como processo de murcha da planta que reduz a produção de efluentes principalmente em culturas que apresente alto teor de matéria seca, pratica que cada vez mais é usada para evitar o aparecimento de Clostrídios. As culturas forrageiras com elevado teor de umidade impedem a expulsão do oxigênio elevando a temperatura e a produção de calor, favorecendo o desenvolvimento de fermentações indesejáveis devido à ausência de uma compactação adequada. Com isto a uma maior resistência ao abaixamento do pH e elevando as perdas por efluentes.

A fermentação no interior de um silo tem início aparti de sua vedação que sendo bem adequada reduz as perdas fermentativas, que ocorre através dos microorganismos aeróbios que ao longo do processo de fermentação é substituída pelos anaeróbios. O tamanho das partículas é outro método que influencia numa melhor compactação da silagem reduzindo os níveis de oxigênio favorecendo o desenvolvimento das bactérias desejáveis, associada ao abaixamento do pH que proporciona a produção do ácido láctico ficando superior as demais bactérias e resistente as condições no interior do silo. No entanto, a concentração de matéria seca, e carboidratos solúveis em baixas e altas temperaturas e fechamento tardio do silo favorecem a proliferação de microorganismos indesejáveis como os clostrídios e fungos.

A qualidade de uma silagem indica que a fermentação foi eficiente reduzindo perdas de matéria seca e energia, garantindo a preservação da proteína bruta na massa forrageira. Em caso de silagem de má qualidade o consumo animal é reduzindo como também sua produção, ocorrendo perdas de massa forrageira durante o período fermentativo.

#### **4. Material e Métodos**

##### **Local do Experimento**

O sorgo foi semeado na Fazenda Mata Limpa, localizada no Município de Areia-PB, na microrregião do Brejo Paraibano, na latitude 6°58'07" S, e longitude 35°44'03" W e altitude de 627 m. Segundo a classificado de Köppen (quente e úmido), com chuvas de Junho a Agosto, apresentando temperaturas médias anuais em torno de 24°C, umidade relativa do ar em torno de 80%, ocorrendo precipitação pluvial média de 1.400 mm anuais, com déficit hídrico durante quase todo ano.

Registaram-se as variáveis climáticas na Estação Meteorológica da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – Areia – PB, para ocorrência de chuvas, precipitação e temperatura média durante o período experimental que ocorreu entre os dias 06 de junho a 13 de Setembro de 2013 (Tabela 1).

Tabela 1 - Variáveis climáticas mensais durante o período experimental.

Variáveis Climáticas	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Ocorrência de chuva (mm)	221,2	263,7	124,0	60,0
Umidade relativa (%)	88,8	88,0	86,0	85,0
Temperaturas média (°C)	22,2	21,4	21,5	22,1

Dados da Estação Pluviométrica do UFPB/CCA (2013)

Os dados de precipitação pluvial com valores distribuídos durante os meses experimentais estão representados pela Figura 1. O acúmulo total de precipitação pluvial durante o período do sorgo foi de 668,9 mm, respectivamente.

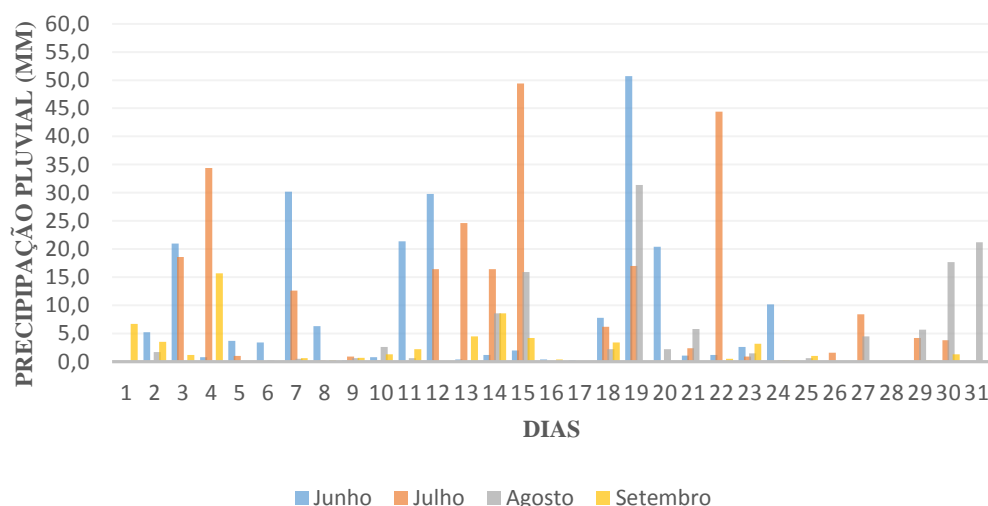


Figura 1. Precipitação pluviometria durante o experimento

## Delineamento Experimental

Para avaliação das características morfométricas, morfológicas e morfogênicas, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 3x3+1, sendo três fontes de adubação (duas orgânicas e um mineral), três doses mais um controle resultando nas seguintes combinações: sem adubação, ureia (50, 100 e 150 kg/ha), cama de frango (5, 10 e 15 Mg/ha) e esterco bovino (5, 10 e 15 Mg/ha). Para as avaliações das características da silagem, o delineamento foi inteiramente casualizado, com os tratamentos descritos anteriormente, e três repetições por tratamento.

## Implantação do Experimento

A semeadura ocorreu manualmente no dia 06 de Junho de 2013, em parcelas de 4,2 m<sup>2</sup> (2,10 x 2,0 m), com espaçamento de 0,7 m entre linhas. Foi realizado o desbaste 15 dias após o semeio (DAS), conservando 12 plantas por metro linear, com uma planta por cova correspondendo a 173.000 plantas por hectare. A cada 20 dias foram feitas as avaliações morfométricas das plantas. Após análise de solo, não houve necessidade de calagem, sendo apenas efetuada adubação fosfatada com 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e potássica com 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O, usando superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A aplicação da ureia nos tratamentos foi parcelada com 25 % no plantio e 50% no desbaste e o restante quinze dias após o desbaste. Após a aplicação dos adubos orgânico e mineral os mesmos foram incorporados ao solo em todos os tratamentos.

Foram coletadas amostras de adubo orgânico (Esterco Bovino e Cama de Frango) na mesma propriedade, para a análise dos níveis de nitrogênio. Antes do plantio foram coletadas amostras de solo, representativas da área do experimento na profundidade de 0-20 cm, para caracterização da fertilidade do solo. Todas as análises foram realizadas no laboratório de fertilidade do solo do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, em Areia-PB. O solo e as adubações orgânicas apresentaram as seguintes características químicas.

Tabela 2 – Composição química do solo da área experimental.

pH	P	K <sup>+</sup>	Na	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	V	M.O.
H <sub>2</sub> O	---mg/dm <sup>3</sup> ---									%	g/kg
6,18	5,75	22,21	0,0	2,19	0,00	1,60	0,56	2,216	4,40	50,36	19,43

pH = potencial de hidrogênio; P = fósforo; K<sup>+</sup> = potássio; Na<sup>+</sup> = sódio; H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup> = acidez potencial; Al<sup>+3</sup> = alumínio; Ca<sup>+2</sup> = cálcio; Mg<sup>+2</sup> = magnésio; V% = saturação/base; CTC = capacidade de troca catiônica; M.O = matéria orgânica; SB=Soma de bases.

Tabela 3. Caracterização química da cama de frango e do esterco bovino.

	N	Ca	P	Mg	K	MO	Fe	Mn	Zn	Cu	pH	UM
	.....g kg <sup>-1</sup> .....						.....mg kg <sup>-1</sup> .....				%	
1	25,32	34,33	19,17	8,85	25,26	706,8	442,5	704,7	436,44	121,28	8,15	31,6
2	16,01	9,24	4,12	3,11	15,76	184,4	8707	308,5	139,60	72,33	7,56	9,26

pH = potencial de hidrogênio; P = fósforo; K<sup>+</sup> = potássio; Ca<sup>+2</sup> = cálcio; Mg<sup>+2</sup> = magnésio; N=Nitrogênio; MO=Matéria Orgânica; Fe=Ferro; Mn=Manganês; Zn=Zinco; UM=Umidade, 1 Cama de Frango, 2 Esterco Bovino.

## Avaliações agrônômicas

A colheita foi realizada quando a maioria das plantas apresentavam grãos no estágio leitoso/pastoso, foram colhidos os tratamentos de acordo com as adubações

quatro de cada para as avaliações dos constituintes da planta. A duração do ciclo foi desde o plantio até a colheita com 103 dias, respectivamente. Os cortes das plantas foram efetuados manualmente para fins de avaliação sendo considerado, a produção dos dois metros de linha por parcela, a produção por área, a contagem do número de plantas por metro linear e o peso individual dos constituintes da planta.

As características avaliadas foram: altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de plantas por hectare (NP), número de folhas (NF), comprimento médio de folhas (CMF), número de plantas acamadas (NplaAca), produtividade de matéria natural (PMN) e produtividade de matéria seca (PMS) em kg/ha, e o percentual dos componentes da panícula, lâmina foliar, material morto e colmo, e os percentuais de taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento do colmo (TAIC). O material colhido de cada parcela foi separado em panícula, lâmina foliar, material morto e colmo, pesando-se cada fração separadamente. Uma subamostra de cada fração foi seca a 65 °C na estufa até atingir o peso constante, a fim de se estimar o teor de MS/kg. A partir desses dados, foi estimado, o percentual de componentes da planta com base na MS.

A produtividade da matéria natural (PMN) por hectare foi obtida pelo produto entre a produção por metro linear cultivado e o total de metros lineares cultivados por hectare.

A produtividade da matéria seca (PMS) foi estimada pelo produto entre a produtividade da matéria natural e o teor de matéria seca.

O número de plantas por hectare foi estimado pelo número de perfilhos por metro linear cultivado e o total de metros lineares por hectare.

Para ensilagem, as plantas foram colhidas, picadas em máquina forrageira estacionária regulada para cortar a forragem em partículas de aproximadamente 2 cm e homogeneizadas. Coletou-se amostra composta do sorgo, para sua caracterização bromatológica. Após ocorrer o enchimento dos silos experimentais imediatamente, foi realizada a compactação da forragem nos silos, buscando-se atingir a densidade de 500 kg/m<sup>3</sup> de matéria natural. Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Paraíba.

Foram confeccionados 30 silos de PVC, com 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura, utilizados para avaliação das perdas do processo de ensilagem e composição bromatológica das silagens. Os silos de PVC foram confeccionados com a adição de areia no fundo para absorção de efluentes, separado por um tecido de TNT que impedia a mistura do material ensilado com a areia e, consecutivamente, o sorgo triturado de

cada tratamento. O fechamento dos silos foi feito com tampa dotada de uma mangueira de borracha com um corte longitudinal adaptada a cada tampa, formando uma válvula de *Bunsen* para vazão dos gases produzidos durante os processos fermentativos da silagem, para avaliação das perdas por gases e efluentes. O período de fermentação foi de 30 dias após o procedimento de ensilagem do sorgo, que ocorreu no dia 13 de Outubro de 2013 e a abertura foi realizada no dia 10 de Novembro de 2013. Após este período as tampas dos silos foram retiradas e as camadas superficiais foram excluídas das análises, sendo conduzindo as demais amostras para as devidas análises.

Para a caracterização da deterioração da silagem foi considerado as variáveis pH e nitrogênio amoniacal. Para estimativa da concentração de matéria seca (MS) dos constituintes da planta do sorgo, foram coletadas três plantas inteiras que foram separadas as folhas, colmos, panículas e uma amostra composta.

Na abertura dos silos foram coletadas três amostras de cada tratamento para análise bromatológica diluída em 100 mL de água destilada/12 kg de forragem fresca de acordo com as respectivas dosagens, durante o processo de ensilagem para a verificação do nitrogênio amoniacal. Para avaliação do processo fermentativo e composição bromatológicas, as variáveis avaliadas foram pH, teor de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos solúveis totais (CS). Foram coletadas amostras, no momento da ensilagem do sorgo, com intuito de se determinar essas variáveis do material ensilado.

As análises químicas da planta de sorgo foram realizadas no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Agrárias.

Tabela 4 - Composição química da planta de sorgo forrageiro.

Fonte de adubação	Níveis	MS	FDN	CHO	MO	MM
S.A	0	21,39	77,84	21,81	96,69	3,31
	50	23,93	74,88	23,04	96,79	3,21
Ureia	100	21,93	70,40	27,06	96,74	3,26
kg.ha <sup>-1</sup>	150	24,56	76,41	24,91	96,68	3,32
Cama de	5	21,80	77,05	20,59	96,03	3,97
Frango	10	22,79	76,89	24,12	95,82	4,18
Mg.ha <sup>-1</sup>	15	22,92	73,23	23,66	95,71	4,29
	5	23,18	75,05	20,60	95,56	4,44
Esterco Bovino	10	21,99	77,36	21,76	98,72	1,28
Mg.ha <sup>-1</sup>	15	23,25	76,53	23,90	96,36	3,64

Fonte: Análise da planta de sorgo, S.A – Sem adubação, MS – Matéria Seca, FDN – Fibra em detergente neutro, CHO – Carboidratos, MO – Matéria Orgânica, MM - Matéria Mineral

## **Análises Laboratoriais**

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Avaliação de Alimentos do CCA/UFPB. As composições em matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram realizadas de acordo com as metodologias preconizadas com adaptações de Detmann et al. (2012). Para a determinação de fibra em detergente neutro (FDN) foi utilizada a metodologia preconizada por Mertens (2002).

Para se determinar a concentração de carboidratos solúveis totais (CST), utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956), com adaptações de Corsato et al. (2008). Para a extração, 100 mg de amostra seca e moída foram adicionadas a 100 mL de solução de etanol a 80% e colocada em aparelho de banho-maria a 80°C durante 30 minutos. Posteriormente, o material foi filtrado, o resíduo sólido descartado e completou-se o volume para 500 mL com água destilada em balão volumétrico e homogeneizado o extrato etanólico. Em seguida, foram retiradas alíquotas de 2 mL do extrato etanólico, adicionou-se 1 mL de solução de fenol a 5% e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Construiu-se uma curva padrão com concentrações crescentes de solução de glicose a 0,01%, conduzindo-se as leituras em espectrofotômetro a 510 nm de absorbância. Os teores de CST foram calculados em g x 100 mL<sup>-1</sup>, com base na solução e posteriormente, ajustado com base na matéria seca de cada amostra utilizada.

A determinação do pH em água destilada ocorreu em duplicata, coletando-se aproximadamente 25 g de amostra do material ensilado de cada tratamento e adicionado 100 mL de água. Após 1 hora, realizou a leitura, de acordo com a metodologia descrita por Bolsen et al. (1992), com potenciômetro.

Para a determinação de N-NH<sub>3</sub> das amostras, seguiu-se a metodologia conforme Bolsen et al. (1992), onde, em 25 g de amostra fresca foram adicionados 200 ml de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Ácido Sulfúrico) a 0,2. Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel filtro e ocorreu a estimativa considerando o teor de matéria seca da silagem, de acordo com Detmann et al. (2012).

## **Análises Estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão para avaliar o efeito dos níveis de Ureia, Esterco Bovino e Cama de Frango, utilizando o programa de

análise estatística Sisvar (Ferreira, 2008). Adotou-se como critério para escolha dos modelos de regressão, a significância dos parâmetros estimados pelos modelos e os valores dos coeficientes de determinação.

## **5. Resultados e Discussão**

A planta de sorgo forrageiro é de clima tropical, se mostrando adaptada as adversidades climáticas desta região. Implantada na microrregião do Brejo Paraibano, que durante o período obteve temperatura máxima de 24,6 °C, com índice pluviométrico 668,0 mm com chuvas bem distribuídas e localizadas. Onde a planta se desenvolveu aproveitando a umidade do solo, favorecida pelo processo fotossintético de acordo com os níveis de adubação.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) das fontes de adubos para as variáveis morfométricas, Npla e NplaAca (Tabela 6). O aumento nos níveis de adubação promoveu uma redução no número de plantas. Por outro lado, aumentou o número de plantas acamadas, provavelmente pelo fato das características de porte alto e elevada produção de matéria natural em função de uma maior extração de nutrientes do solo. Embora uma das características do sorgo forrageiro seja a resistência ao acamamento, resultando em alta produtividade (EMBRAPA, 2008).

Observou-se comportamento positivo do aumento dos níveis de adubo para as variáveis AP, DC e CMF. O efeito da fonte de nitrogênio para a variável AP e DC foi mais pronunciado quando utilizou-se a adubação orgânica com cama de frango, com valores de 233,5 e 297,2 cm para a variável AP e 1,34 e 1,60 para o DC, para o nível 0 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Por outro lado, o CMF obteve maior influência com a utilização de ureia e o esterco bovino, com variações de, aproximadamente, 4,0 cm quando comparado a ausência e o maior nível de adubação ( $P< 0,05$ ). As fontes de nitrogênio influenciaram com o aumento das folhas, conseqüentemente este aumento influencia na produção de matéria natural final.

Monteiro et al., (2004) obtiveram resultados de altura de plantas de vários genótipos de sorgo forrageiro variando entre 231 e 323 cm, mesmo assim explica que a altura da planta tem características de condicionar a produção de matéria natural, no entanto, nem sempre a maior altura indica uma maior produção de biomassa do sorgo forrageiro. Para isto se faz necessário a relação com as variáveis diâmetro do colmo, maior número de plantas por hectare e seu maior peso, se correlacionando com a produção de biomassa.



A aplicação de adubação com fontes de nitrogênio tem sido vantajosa devido sua influência em uma resposta rápida, em relação a outros nutrientes. O nitrogênio tem função essencial na nutrição de plantas forrageiras, devido ao processo fotossintético e participação nas moléculas de clorofila (ANDDRADE et al., 2000). Oliveira et al., (2005) avaliando doses de nitrogênio apresentou diferenças significativas no crescimento do colmo do sorgo em função de adubação nitrogenada (sulfato de amônio). Isto demonstra a importância na aplicação do N na cultura do sorgo forrageiro para proporcionar maior quantidade por hectare de forragem verde.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos níveis de adubo para as variáveis NF e tamanho de panículas com valores mais elevados de 9,75 e 14,48 Mg.ha<sup>-1</sup> na adubação de esterco bovino. Oliveira et al. (2005), afirmaram que a relação panícula proporciona maiores concentrações de matéria seca. Mesmo não tendo influência nas adubações a panícula tem função importante em culturas de sorgo de porte alto pela elevada produção de matéria natural por hectare com uma menor proporção na produção de grãos. Em comparação entre os constituintes da planta concluiu que a panícula é o componente que pode determinar a qualidade da silagem, pelo fato de apresentar teores elevados de matéria seca, proteína bruta e digestibilidade e com menores teores de material fibroso, comparado ao colmo e as folhas (NEUMANN et al., 2002). A baixa concentração de matéria seca pode ser justificada pelo fato na ausência da participação da panícula na produção de matéria natural nas culturas forrageiras.

O nitrogênio presente no adubo orgânico influencia na matéria orgânica do solo, mesmo estando disponível de forma mais lenta devido ao processo de mineralização, não é o caso do nitrogênio na forma mineral. A influência das adubações na produção é de vital importância para elevar a massa forrageira, consequentemente estando associado ao processo fotossintético da planta.

Tabela 5 –Avaliação morfométricas da planta de sorgo forrageiro.

Fonte de adubo	Níveis	AP	NF	DC	PAN	CMF	Npla	NplaAca
S.A	0	233,5	9,25	1,34	11,32	10,76	51,75	3,00
Ureia	50	259,0	9,00	1,60	8,70	13,75 <sup>3</sup>	52,00	7,25
(Kg.ha <sup>-1</sup> )	100	268,5	9,25	1,63	12,27	14,58	49,00	10,0
	150	251,0	9,16	1,50	14,31	15,14	49,50	4,50
Cama de	5	233,2 <sup>1</sup>	9,25	1,55 <sup>2</sup>	8,93	12,68	49,50	6,25
Frango	10	274,0	9,25	1,46	11,52	12,75	49,75	1,75
(Mg.há <sup>-1</sup> )	15	297,2	9,33	1,60	10,53	12,86	45,50	4,00
Esterco	5	261,2	9,75	1,52	14,48	13,78 <sup>4</sup>	48,50	5,00
Bovino	10	223,0	8,91	1,49	12,97	15,26	50,50	8,25
(Mg.há <sup>-1</sup> )	15	251,2	9,08	1,44	12,36	14,59	47,50	9,00
C.V%		14,61	7,07	9,47	25,53	16,47	7,31	68,49
Equações:						R <sup>2</sup>		
<sup>1</sup> $\hat{Y} = 224,700000 + 4,640000x$						89,7		
<sup>2</sup> $\hat{Y} = 1,387497 + 0,014167x$						60,9		
<sup>3</sup> $\hat{Y} = 11,465250 + 0,027955x$						85,5		
<sup>4</sup> $\hat{Y} = 10,734375 + 0,813875x - 0,036975x^2$						99,8		

AP: Altura de plantas (cm) NF: Numero de folhas DC: Diâmetro do Colmo (mm) PAN: Panículas (cm) CMF: Comprimento médio das folhas (cm) Npla: Numero de plantas NplaAca (há): Numero de plantas acamadas(há).

Das adubações orgânica e mineral, a adubação com cama de frango obteve influência significativa ( $P < 0,05$ ) no crescimento das variáveis taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento do colmo (TAIC), proporcionando maior produção de matéria natural e seca (Tabela 7).

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das adubações para a variável TApF (Tabela 7), cuja média foi de 0,045 cm dia na adubação orgânica com esterco bovino. No entanto, o tratamento sem adubação teve a maior influência no crescimento da variável acreditasse pela disponibilidade dos nutrientes presentes no solo.

Os dados de adubações na variável TAIF de acordo com análise estatística apresentou efeito linear ( $P < 0,05$ ), com eficiência no crescimento com valores de 0,722 a 0,762 mm dia na adubação orgânica com cama de frango para os níveis de 0 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup>, indicando um aumento na TAIF com o passar dos dias. A fonte de nitrogênio no adubo orgânico, provavelmente além da sua disponibilidade, e a quantidade elevada deste macronutrientes permitiu o pleno desenvolvimento da planta de sorgo forrageiro.

Observa-se que para a variável TAIC, apresentou efeito ( $P < 0,05$ ), contudo o maior incremento na aplicação com a cama de frango obteve crescimento linear variando dos níveis de 0 a 15 Mg.há<sup>-1</sup> com valores de 2,620 a 3,337 mm dia.

Tabela 6 – Avaliação do crescimento da planta de sorgo forrageiro.

Fonte de adubo	Níveis	TApF	TAIF	TAIC
S.A	0	0,047	0,722	2,620
Ureia	50	0,037	0,660	2,907
(Kg.há <sup>-1</sup> )	100	0,042	0,702	3,007
	150	0,037	0,665	2,797
Cama de Frango	5	0,045 <sup>1</sup>	0,660 <sup>2</sup>	2,607 <sup>3</sup>
(Mg.há <sup>-1</sup> )	10	0,042	0,692	3,065
	15	0,045	0,762	3,337
Esterco Bovino	5	0,052	0,670	2,937
(Mg.há <sup>-1</sup> )	10	0,042	0,762	2,490
	15	0,042	0,692	2,815
C.V%		18,74	5,54	14,99
Equações		R <sup>2</sup>		
<sup>1</sup> $\hat{Y}=0,047750-0,000950x+0,000050x^2$		90,0		
<sup>2</sup> $\hat{Y}=0,719625-0,016825x+0,001325x^2$		97,1		
<sup>3</sup> $\hat{Y}=2,516000+0,052200x$		89,0		

TApF: Taxa de aparecimento foliar (cm), TAIF: Taxa de alongamento foliar (mm) e TAIC: Taxa de alongamento do colmo (mm).

Os nutrientes presentes tanto no solo como nos adubos orgânicos e mineral, tem funções primordiais para o metabolismo das células dos vegetais, na ausência de alguns minerais ocorrer deficiência no crescimento da planta, caso que não foi verificado neste trabalho. Mesmo com a quantidade de chuvas a planta se desenvolveu aproveitando a umidade do solo e a disponibilidade dos nutrientes.

Observamos diferenças nos custos e na eficiência das aplicações dos adubos orgânicos em relação ao mineral. O transporte, a mão de obra e o mal cheiro torna-se a adubação orgânica com uma maior dificuldade, como também as perdas no excesso da aplicação e a ausência de macronutrientes. Diferente da adubação mineral que deve ser aplicada em sucros, incorporada ao solo distribuído em etapas, que reduz as perdas por lixiviação e volatilização, e uma rápida absorção além da facilidade no transporte.

A produção de matéria natural do sorgo forrageiro entre as adubações aplicadas, apresentaram resposta linear crescente ( $P<0,05$ ), com variações de 39.089,4 t.ha<sup>-1</sup> a 55.831,7 t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 8). Observamos que a cama de frango na aplicação de 15 Mg.há<sup>-1</sup> teve maiores resultados, acreditamos que seja pela influência do nitrogênio presente que estimula o crescimento foliar associado a uma maior retenção de umidade que é características da adubação orgânica. Resultados inferiores aos encontrados por Oliveira et al., (2005) em pesquisa avaliando cultivares de sorgo forrageiro que encontrou produção de 45,87 t.ha<sup>-1</sup> a 67,56 t.ha<sup>-1</sup> sendo consideradas produções elevadas.

Consequentemente a cama de frango demostro maior produção de MS com 13.700,2 t.ha<sup>-1</sup> na mesma aplicação, respectivamente superior as aplicações com o

esterco bovino que obteve 13.496,7 t.ha<sup>-1</sup> MS em relação a 54.123,5 t.ha<sup>-1</sup> de MN superior as aplicações com fonte de nitrogênio. Acreditamos que seja pelas perdas por lixiviação devido a ocorrência de chuvas elevadas.

Segundo Zago (1991), citado por Sousa, R.R.J. et al. (2010), a produção de MS está relacionada ao porte da planta de sorgo variando entre 10 a 15 t.ha<sup>-1</sup> neste caso a adubação com cama de frango está nas condições adequadas de produção. A relação entre o porte da planta e seu constituinte o diâmetro do colmo está ligado a uma elevada produção de MS (SOUSA, R. R.J. et al., 2010).

Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2012) avaliando variedades de sorgo submetidos a diferentes adubações, observaram produtividade de MN de 54,74 Mg.ha<sup>-1</sup> com sorgo de duplo proposito e 45,52 Mg.ha<sup>-1</sup> para sorgo forrageiro na aplicação com adubo orgânico de esterco bovino de 20 Mg.ha<sup>-1</sup>. Já na aplicação do adubo mineral com 50 Mg.ha<sup>-1</sup> utilizou-se NPK (60-70-30) obtendo produtividade de MN de 50,37 Mg.ha<sup>-1</sup> e 47,96 Mg.ha<sup>-1</sup> para as mesmas variedades.

Em relação a adubação mineral para a PMS não apresentou efeito significativo ( $P>0,05$ ). Com uma menor resposta em relação a adubação orgânica pode ser explicada pela ocorrência de chuvas elevadas durante o período experimental promovendo perdas por lixiviação e volatilização afetando a absorção da fonte de nitrogênio pela planta. No solo, a forma de absorção da ureia é através do processo de transformação em amônia ou nitrato, o qual é absorvido através das raízes e pela síntese que ocorre nas folhas das plantas.

Observamos a PMS foi superior na adubação com cama de frango 15 Mg.ha<sup>-1</sup> com 13.700,2 t.ha<sup>-1</sup> MS e menor produção com fonte de nitrogênio na aplicação de 100 Kg.ha<sup>-1</sup> com 9.397,0 t.ha<sup>-1</sup> MS. Resultados próximos aos encontrados por Monteiro et al., (2004) em variedades de sorgo forrageiro sem adubação com maior produção de 12,92 t.ha<sup>-1</sup>.

Observa-se que as maiores produções de MN e MS do sorgo forrageiro foram nas adubações orgânicas, provavelmente relacionado as melhores condições físicas e químicas que o solo apresentava, onde teve influência na permanência da umidade promovendo a disponibilidade de nutrientes através da matéria orgânica, elevando a fertilidade do solo. A adubação orgânica tem como estratégia elevar a presença de macro e microminerais, através da mineralização pelos microrganismos presentes no solo.

Os resultados demonstram a capacidade de adaptação da espécie de sorgo forrageiro BRS Ponta Negra a microrregião do Brejo Paraibano. Santos, J.F et al.,

(2013) em pesquisa avaliando cultivares de sorgo forrageiro e granífero em quatro regiões no Estado da Paraíba apresentou 9,05% 43,33% 27,45% e 21,0% de produção de MN por hectare. Silva et al., (2005a), Avaliando dez cultivares de sorgo em Coimbra (MG) encontraram variação na produção 24,06 a 49,33 t/há MN. Demonstrando a capacidade de adaptação e produção que a planta de sorgo tem em distintas regiões e diversidades climáticas.

Cunha e Lima (2010), observaram variações nas produções de MN de 15,40 t/há e 68,1 t/há de vários genótipos de sorgo, nesta mesma pesquisa o sorgo BRS Ponta Negra obteve produção de 40,37 t/há. Semelhante aos da nossa pesquisa.

Santos et al. (2013) Verifico que a produção de MS por hectare obtida neste mesmo cultivar BRS Ponta Negra aplicado na Estação Experimental de Lagoa Seca, região do Brejo Paraibano teve uma produtividade média de 4,64 t/há e no Município de São João do Cariri na região do Cariri Paraibano de 6,64 t/ha. Demonstra a grande capacidade de adaptação com produtividade distintas em regiões de climas diferentes.

Provavelmente os resultados obtidos nesta pesquisa no Brejo Paraibano podem ser atribuídos as condições de pluviometria elevada nesta região favorecendo maior retenção de água que assegurou durante todo o período experimental o ciclo da planta, com melhor aproveitamento das fontes de adubo orgânico e mineral, associado à altura da planta que se correlaciona positivamente com o colmo e o espaçamento entre plantas que aumenta a produtividade MN por área.

Tabela 7 – Produção de matéria natural e seca do sorgo forrageiro.

Fonte de adubo	Níveis (Kg.há <sup>-1</sup> )	PMN (%)	PMS (%)
S.A	0	39.429,2	9.098,5
Ureia (Kg.há <sup>-1</sup> )	50	39.089,4 <sup>1</sup>	10.141,2
	100	41.180,6	9.397,0
	150	45.025,0	11.908,7
Cama de Frango (Mg.há <sup>-1</sup> )	5	40.860,5 <sup>2</sup>	9.606,9 <sup>4</sup>
	10	50.248,6	12.359,8
	15	55.831,7	13.700,2
Esterco Bovino (Mg.há <sup>-1</sup> )	5	49.579,7 <sup>3</sup>	12.396,1
	10	48.513,4	11.442,1
	15	54.123,5	13.496,7
C.V%		13,51	13,63
Equações		R <sup>2</sup>	
<sup>1</sup> $\hat{Y} = 38349,333750 + 37,757025x$		80,20	
<sup>2</sup> $\hat{Y} = 37803,242250 + 1171,909950x$		93,86	
<sup>3</sup> $\hat{Y} = 41459,010250 + 860,331050x$		81,39	
<sup>4</sup> $\hat{Y} = 8707,712000 + 331,158150x$		94,21	

PMV: Produção de matéria verde, PMS: Produção matéria seca

Observa-se a composição bromatológicas das silagens de sorgo forrageiro de acordo com os níveis de adubação orgânica ou mineral (Tabela 9). Os teores de MS variaram de 21,55 a 24,54 % considerado com alto valor nutritivo, referente a aplicação da adubação com ureia.

Houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) nas adubações tanto orgânicas como a mineral tendo ajuste linear crescente para a adubação com esterco bovino com variação de 21,55 a 23,08 % nas aplicações de 0 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup>. Na planta de sorgo a panícula é a que mais contribui para elevar os níveis de MS e o colmo contribui na elevação da produção de MN. Outro fato que pode proporcionar maiores teores é a condição elevada da pluviometria na região, favorecendo o crescimento da planta e reduzindo o conteúdo da panícula, devido ao sorgo forrageiro ser de porte alto.

Resultados próximos de 25 a 35% MS foram encontrados por Neumann et al. (2002) e por Fernandes et al. (2009) observou teor de MS de 21,9% em silagem de sorgo forrageiro com adição de nitrogênio.

Pedreira et al., (2003) na caracterização de híbridos de sorgo observou teores mais elevados de MS variando de 34,4 a 39,1%, afirmando que estes conteúdos estão relacionados as condições da panícula. De acordo com os resultados demonstra que ocorre acúmulo de MS de acordo com os níveis aplicados de esterco bovino em relação a silagem de sorgo, sendo mais eficiente a aplicação com 10 Mg.ha<sup>-1</sup> em relação as demais aplicações do mesmo adubo. Franco, (2011), analisando híbridos de sorgo forrageiro observou acúmulo de MS entre 15,5 a 18,3 t.ha<sup>-1</sup> inferior aos nossos resultados.

De acordo com Oliveira et al., (2009) uma vez determinada o percentual da MS é identificado o tipo de fermentação que ocorreu no silo após seu fechamento. Estando relacionado as condições do pH e o conteúdo de carboidratos solúveis.

Em relação a FDN houve efeito ( $P<0,05$ ) na adubação orgânica com cama de frango com médias de 75,29% das aplicações. Observa-se também que não diferiu entre as adubações tanto com esterco bovino e ureia. A fibra em detergente neutro tem como função a caracterização da qualidade da forragem ligada com a digestibilidade e o consumo animal e sua eficiência. Há uma semelhança entre os níveis de FDN nas adubações, é consequência do crescimento da planta provavelmente relacionado as condições de fertilidade que o solo apresenta.

O teor de proteína bruta da silagem de sorgo em função das doses da adubação variou de forma quadrática ( $P<0,05$ ), oscilando de 6,92% a 8,00% nos níveis de 0 a 150

Mg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio advindo da ureia. Para as adubações orgânicas não houve efeito e nem ajuste equacional. No entanto, observou médias de 7,14% para cama de frango e 6,73% para esterco bovino.

Os teores de carboidratos solúveis variaram de 10,29% com 10Mg.ha<sup>-1</sup> com cama de frango e 15,73% com esterco bovino a 5 Mg.ha<sup>-1</sup>. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) em todos os níveis de adubação tanto orgânica como a mineral para os teores de carboidratos, tendo um ajuste equacional quadrático na adubação orgânica com cama de frango. Observa-se que o tratamento sem adubação de todas as fontes obteve 15,38% de carboidratos solúveis, superior aos demais níveis de adubação. No entanto, ao ponto que se adicionava os níveis dos adubos ocorre redução nos teores de carboidratos. Provavelmente devido ao processo fermentativo no interior do silo pelo elevado conteúdo de açúcares que a planta de sorgo apresenta relacionado ao seu crescimento elevado.

Pesce et al., (2000) observou valores de 12,0 a 13,7% em silagem de genótipos de sorgo. Como também considerou os níveis de 6,0 a 8,0% de substratos ideais para uma adequada fermentação láctica, condicionando uma redução do pH que favoreceu o processo de ensilagem. O percentual elevado de açúcar favorece a uma rápida queda dos níveis de pH disponibilizando substratos para uma fermentação microbiana, os níveis de pH encontrados neste trabalho estão próximos aos recomendados pela literatura que segundo McDonald et al., (1991), tendo como indicativo de uma boa fermentação se faz necessário percentuais de 3,8 a 4,0%.

Tabela 8 – % Composição bromatológicas da silagem de sorgo forrageiro

Fonte de adubo	Níveis	MS	FDN	PB	CHO	MO	MM	NH <sub>3</sub>	pH
S.A	0	21,55	76,87	6,92	15,38	96,24	3,75	4,17	3,64
	50	24,32	76,99	7,89 <sup>3</sup>	13,32	96,00	4,00	3,39	3,66
Ureia	100	21,43	74,92	8,92	11,62	96,19	3,80	3,46	3,63
(Kg.há <sup>-1</sup> )	150	24,54	74,80	8,00	11,66	95,45	4,55	3,36	3,62
Cama de	5	23,47	75,55 <sup>2</sup>	6,81	12,05 <sup>4</sup>	96,07	3,93	4,44 <sup>9</sup>	3,67
Frango	10	21,94	75,33	7,45	10,29	93,17	6,82	5,81	3,76
(Mg.há <sup>-1</sup> )	15	23,24	73,41	7,41	14,09	95,48	4,51	4,95	3,74
Esterco	5	21,88 <sup>1</sup>	76,05	6,88	15,73	95,68 <sup>7</sup>	4,32 <sup>8</sup>	4,95 <sup>10</sup>	3,74 <sup>11</sup>
Bovino	10	22,97	74,63	6,77	11,68	95,53	4,47	5,73	3,76
(Mg.há <sup>-1</sup> )	15	23,08	76,07	6,35	12,06	92,46	7,54	5,69	3,68
C.V%		0,73	2,33	5,82	17,80	1,82	37,75	12,87	0,61
Equações							R <sup>2</sup>		
<sup>1</sup> $\hat{Y}=21,5206+0,1138x$							90,8		
<sup>2</sup> $\hat{Y}=76,887667-0,212467x$							92,1		
<sup>3</sup> $\hat{Y}=6,826333+0,036893x-0,000189x^2$							89,9		
<sup>4</sup> $\hat{Y}=15,579667-1182400x+0,0711333x^2$							94,7		
<sup>7</sup> $\hat{Y}=96,705667-0,230200x$							75,7		
<sup>8</sup> $\hat{Y}=3,294333+0,230200x$							75,3		
<sup>9</sup> $\hat{Y}=4,288000+0,074267x$							44,0		
<sup>10</sup> $\hat{Y}=4,336667+0,107000x$							87,7		
<sup>11</sup> $\hat{Y}= 3,642500+0,030500x-0,001833x^2$							99,8		

MS: matéria seca, FDN: Fibra em detergente neutro, PB: Proteína Bruta, CHO: Carboidratos solúveis, MO: Matéria Orgânica, MM: Matéria Mineral, NH<sub>3</sub> (N Total): Nitrogênio Amoniacal e pH.

Para os teores de MO houve efeito significativo ( $P<0,05$ ), para a adubação orgânica com esterco bovino com ajuste equacional linear decrescente, com a elevação na aplicação dos níveis de 0 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup> houve redução de 96,24% para 92,45%. Com relação as demais adubações não houve ajuste e nem efeito significativo (Tabela 9). Observado por Souza et al., (2003), avaliando a bromatologia da silagem de dois híbridos de sorgo forrageiro a MO obteve 95,7% (AGX215) a 96,3%(AGX 202), resultados próximos encontrados nesta pesquisa. Consideramos que a matéria orgânica respondeu positivamente aos níveis de adubação mineral e orgânica.

Para a MM houve efeito significativo ( $P<0,05$ ), para a adubação com esterco bovino variando de 3,75 a 7,54% de acordo com os níveis aplicados a MM aumentava, as demais fontes de adubação não houve efeito.

Verifica-se no presente estudo, efeito significativo ( $P<0,05$ ) para os níveis de nitrogênio amoniacal, nas adubações orgânicas com cama de frango e esterco bovino em relação a adubação com ureia, com uma resposta quadrática em relação ao período



de fermentação (Tabela 9). O comportamento provavelmente se deve em função dos teores de PB, os valores se encontram abaixo do recomendado por McDonald et al., (1991) que é de 10 dag/kg do nitrogênio total que indica que houve baixa proteólise no processo de fermentação, e provavelmente sem a presença de enterobactérias e nem populações clostrídicas.

A degradação da proteína do material ensilado ocorre de acordo com as condições que se encontram o pH, que pode reduzir a produção de bactérias do gênero *Clostridium*. Os níveis reduzidos de carboidratos presentes em plantas forrageiras e a baixa MS pode favorecer maiores teores de nitrogênio amoniacal devido a maior capacidade de tamponamento do material ensilado (Epifânio et al., 2012). Acredita-se pela quantidade de açúcar que o sorgo possui se o abaixamento do pH for de forma lenta a uma menor quantidade de proteína degradada, conseqüentemente menor produção de nitrogênio amoniacal.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os níveis de adubação orgânica com cama de frango e esterco bovino, com ajuste quadrático durante o período fermentativo (Tabela 9). No entanto, ocorreu estabilização do material ensilado, com pH em médias de 3,70% para as adubações orgânicas. O nível baixo do pH promove uma estabilização do material ensilado permitindo fermentações desejáveis com populações de bactérias do ácido láctico, conseqüentemente elevando a produção de ácido láctico e sua acidificação com interrupção das fermentações indesejáveis. Araújo et al., (2007) observou silagem e sorgo com pH entre 3,89% a 4,07% próximos aos encontrados neste trabalho.

Para a produção de gases não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de adubação com ureia, cama de frango e esterco bovino com médias de 7,59%, 8,03% e 7,45% (Tabela 10). As plantas forrageiras com idades de corte mais adequadas apresentam condições favoráveis a uma adequada fermentação, proporcionando uma maior redução nas perdas por gases. Como também o manejo no momento do corte, o transporte e a forma de compactação ajudam a evitar perdas.

Nos resultados de perdas por efluentes houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a adubação com cama de frango com média de 14,86% nas aplicações de 0 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup> durante o período de fermentação com ajustes quadrático. Para as demais adubações não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ). A uma influência no crescimento da planta e o momento de corte para a produção de MN que proporciona alterações nas perdas por efluentes de acordo com os teores de MS da planta antes da silagem, se os teores de MS estão elevados menor será as perdas. A produção de efluentes no interior de um silo está

influenciado diretamente com os teores de MS da planta ensilada (OLIVEIRA et al., 2010). Outro fator importante é a forma de compactação da silagem no momento da montagem dos silos e as condições que a planta se encontra durante a compactação, ou seja, plantas com elevada umidade ocorrerá uma maior perda por efluente.

Tabela 9 – Perdas por gases e perdas por efluentes da silagem de sorgo forrageiro.

Fonte de adubo	Níveis	PG (%MS)	PE (Kg/t MN)
S.A	0	7,98	18,63
Ureia (Kg.há <sup>-1</sup> )	50	7,84	11,72
	100	7,70	16,54
	150	6,85	12,58
Cama de Frango (Mg.há <sup>-1</sup> )	5	7,82	12,73
	10	8,12	9,66
	15	8,21	18,42
Esterco Bovino (Mg/há <sup>-1</sup> )	5	7,73	13,97
	10	6,93	9,63
	15	7,19	11,31
C.V%		12,01	41,85
Equações		R <sup>2</sup>	
<sup>1</sup> $\hat{Y}=19,083833-2,2722567x+0,146567x^2$		93,6	

PG: Perdas por gases, PE: Perdas por efluentes

Com umidade elevada na planta maiores quantidades de efluentes se perdem juntamente com os nutrientes, que são responsáveis pela capacidade na digestibilidade animal. A MS em teores elevados reduz a produção de efluentes quanto maior a concentração de MS menor serão as perdas por efluentes.

## **6. Conclusão**

A adubação orgânica, principalmente com cama de frango, resulta em maior produtividade quando comparada à adubação mineral, sem interferir no processo fermentativo e composição bromatológica das silagens de sorgo forrageiro.

## 7.0 Referências Bibliográficas

ALVIM, M. J.; BROTEL, M. A.; REZENDE, H.; XAVIER, D. F. (2003), Avaliação sob pastejo do potencial forrageiro de gramíneas do gênero *Cynodon*, sob níveis de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 32, 47-54.

ALBUQUERQUE et al., Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p.164-182, 2013.

ANDRADE, A.C., D.M. FONSECA, J.A.GOMIDE, V.H.ALVAREZ, C.E.MARTINS & D.P.H.SOUZA.2000. Produtividade e valor nutritivo do Capim-Elefante cv.Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(6):1589-1595.

ARAÚJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C; SALIBA, E.O.S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.168-174,2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. **Arlington**.AOAC, 15, ed., 1990.500p.

BELLITURK, K.; SAGLAM, M. T. A research on the urea hydrolysis rate in the soils of Thrace Region. **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v.6, n.2, p.107-114, 2005.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, C.R. et al. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.

BRATTI, F.C. Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Dois Visinhos, 2013.

COELHO A.M. et al., 2012 Cultivo do sorgo, **EMBRAPA Milho e Sorgo**, Comunicado Técnico. [www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br) 26.10.2014 as 14:40 hs.

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. de A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1991-1998, 2009. Especial.

COSTA, F.G.; VALERI, S.V., Efeito do esterco bovino no teor e acúmulo de macronutrientes em folhas de *Corymbia citriodora*. **Nucleos**, v.9, n.1, abr.2012.

CORSATO, C.E.; SCARPARE FILHO, J.A.; SALES, E.C.J. Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caquizeiro em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.414-418,2008.

CUNHA, E.E.; LIMA, J.M. de. Caracterização de genótipos e estimativas de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.707-706,2010.

C. KING et al. Silage fermentation characteristics of grass species grown under two nitrogen fertilizer inputs and harvested at advancing maturity in the spring growth, 2013. 59p. **Japanese Society of Grassland Science. Grassland Science.**

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Métodos para análise de alimentos. **Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012.214p.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v.28, n.3, p 350-356, 1956.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Sorgo Forrageiro, produção de silagem de alta qualidade. **EMBRAPA**. Dezembro 2008.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K.A.P.; PERIM, R.; BEZERRA, P.; TEIXEIRA, D. A. A.; ANTONIO, P. Características fermentativas da silagem de capim-piatã ensilado com diferentes níveis de farelos da indústria do biodiesel. In: 49 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012, Brasília-DF. **Anais...Brasília-DF**. 2012.

FERNANDES, J.D.; CHAVES, L.H.G.; DANTAS, J.P. et al./ Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoeira. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v.6, n.2, p.358-368, mai/ago 2009

FERNANDES, J.D.; CHAVES, L.H.G.; DANTAS, J.P. et al. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n.2, p.358-368, mai/ago. 2009.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41,2008.

FRANCO, A. A. N. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo. **Dissertação...** (mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2011.

FERNANDES, F.E.P. et al. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38,n.11,p.2111-2115,2009

FERREIRA, L.E.; SILVA, I.F.; SOUZA, E.P. et al., Caracterização física de variedades de sorgo submetidas a diferentes adubações em condições de sequeiro. **Revista Verde – Mossoró-RN**, v.7, n.1, p.249-255, janeiro/março 2012.

FREITAS, G. A. et al. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **J. Biotec. Biodivers**. V.3, N.1: pp 61-67, Fev.2012 G.S.

GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Comportamento agrônomico e composição químico-bromatológicas de cultivares de

sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.

ISHERWOOD, K.F. Mineral fertilizer use and the environment. Paris: **INFA** (International Fertilizer Industry Association) / UNEP (United Nations Environment Programme), 2000. 51p.

LAURENCE L.; PASCAL. T.; MARC. L. et al., Molecular and functional regulation of two NO<sub>3</sub><sup>-</sup> uptake systems by N-and C-status of Arabidopsis plants. **The Plant Journal**, (1999), 18, 509-519.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A.; GALVAO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.5, p.821-832, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional da plantas: Princípios e aplicações. 2.ed.rev.e atual. Piracicaba: **Potafós**, 1997.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MAGALHÃES, P.C; DURÃES, F.O.M; SCHAFFERT, R.E. Fisiologia da Planta de sorgo. Sete Lagoas: (**Embrapa Milho e Sorgo – Circular técnico, 3**) 2000. 46p. Minas Gerais.

MAGALHÃES, P.C; DURÃES, F.O.M; RODRIGUES, J.A.S. Fisiologia da Planta de Sorgo. Sete Lagoas: (**Embrapa Milho e Sorgo – Circular Técnico, 86**) 2003. Minas Gerais.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p1217-1240, 2002.

MCDONALD, P.J., HENDERSON, A.R. & HERON, S.J.E. The biochemistry of silage 2. ed. **Marlow**: Chalcombe, 1991. 340p.

MONTEIRO, M.C.D.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; TABOSA, J.N. et al. Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.52-61, 2004.

MOLINA, L. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J.; FERREIRA, V. C. P. (2000), Avaliação agronômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 52, 385-390.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; et al. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.302-312, 2002.

NEUMANN, M et al., Aditivos químicos utilizados em silagens, **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v3 n2 Mai-Ago. 2010

NOVAKOWISKI, J.H. et al, Adubação com cama aviária na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. Semina: **Ciências Agrária**, Londrina, v.34, n.4.p.1663-1672, jul/ago.2013

OLIVEIRA, R.P.; FRANÇA, A.F.S.; FILHO, R. O. et al., Caracterização agronômica de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35(1): 45-53, 2005.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OLIVEIRA, P.R.; FRANÇA, A.F.S.; SILVA, A.G.; MIYAGI, E.S.; OLIVEIRA, E.R.; PERÓN, H.J.M.C. Composição bromatológica e quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira, Goiana**, v.10, n.4, p.1003-1012,2009.

PERAZZO A. F. et al. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1776, outubro, 2013

PESCE, D.M.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, N.M.; et al. Porcentagem, perda e digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens de 20 genótipos de sorgo. **Arq. Bras.Med.Vet.Zootec.** vol.52 n.3 Belo Horizonte. Jun. 2000.

PEDREIRA, M.S.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T.; et al., Características agronômicas e composição química de oito híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.

PIRES P.G.S. et al., Características de cama de aviário e sua reutilização, **III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Animal**. 2009.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: **EMBRAPA**, 2002. p. 163-178.

SOUSA, R.R.J.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; ALVES, D.D.; et al., Características agronômicas de genótipos de sorgo forrageiro no semiárido de Minas Gerais. **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. CD-ROM. 2010.

RESENDE, F.M.S. Análise físico-químicas e virucidas da fermentação com cobertura e sem amontoamento da cama de aves. **Dissertação** (Mestrado em Medicina Veterinária – Preventiva) – Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo horizonte, Minas Gerais. 2010.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARER V., V.H. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**, 1999. 359p.

ROCHA JR., V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BRITO, A.F.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I- Características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**. v.52, n.5, 2000.

RODRIGUES FILHO, O., FRANÇA, A.F.S., OLIVEIRA, R.P., OLIVEIRA, E.R., ROSA, B.SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Produção e composição de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.1, p.37-48, 2006.

SANTOS, J.F.; GRANJEIRO, J.I.T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.7, n.2, p.49-55, jun.2013.

SILVA, A.G.; ROCHA, V.S.; CECON, P.R. et al. Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.28-44, 2005a.

SOUZA et al, Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, VIÇOSA, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

SOUSA, R.R.J; ALBUQUERQUE, C.J.B; ALVES, D.A et al., Características Agronômicas de Genótipos de Sorgo Forrageiro no Semiárido de Minas Gerais, XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiana: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. **CD-ROM**. 2010

SIMILI, F. F. Híbrido de sorgo para pastejo: manejo da cultura, crescimento no outono, aspectos do valor nutritivo e produção de leite. Jaboticabal: SP, 2007. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP**, Jaboticabal, SP.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: **Cornell University Press**, 1994. 476 p.

WILIAN BUSO, H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; et al. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.

ZAGO, C.P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.169-218.